

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 706 075

②1 N° d'enregistrement national : **93 06754**

⑤1 Int Cl⁵ : H 01 H 59/00, H 02 N 1/00, G 02 B 26/02

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 02.06.93.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 09.12.94 Bulletin 94/49.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : LEWINER Jacques — FR et PERINO
Didier — FR.

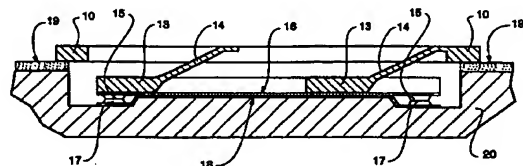
⑦2 Inventeur(s) : LEWINER Jacques et PERINO Didier.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Meyer & Partenaires Bureaux Europe.

⑤4 Dispositif de commande du type actionneur à pièce mobile conservant son orientation au cours du mouvement.

⑤7 1 - Dispositif de commande du type actionneur électrostatique constitué d'au moins deux pièces fixes (10; 20) en regard supportant une ou plusieurs électrodes, l'une au moins de ces électrodes comprenant une partie plane recouverte d'au moins une couche diélectrique (16; 18) au moins sur sa face en regard de l'autre pièce fixe, l'une au moins des électrodes comprenant en outre une partie plane rigide mobile (13) apte à commuter entre deux positions de repos, dont l'une est parallèle et à proximité de l'électrode en regard, voire à son contact, caractérisé en ce que ladite partie plane rigide (13) est reliée à la pièce fixe dont elle dépend (10) au moyen d'au moins deux paires de pattes (14) faisant office de ressorts, disposées symétriquement sur deux bords latéraux opposés de la partie plane mobile (13), l'une des extrémités de chacune des pattes étant solidaire de la pièce fixe (10) tandis que l'autre extrémité est solidaire de la partie mobile (13), les pattes (14) situées sur un même bord latéral se déduisant l'une de l'autre par translation.



FR 2 706 075 - A1



La présente invention concerne un dispositif de commande de type actionneur électrostatique permettant de réaliser des commutations d'au moins une pièce mobile entre deux positions de repos pour établir ou couper des liaisons.

5 Selon une application bien connue, lorsque les liaisons en question sont électriques, ces dispositifs sont des relais. Cependant, il est également possible d'appliquer un tel dispositif à un faisceau lumineux, le changement de position modifiant les caractéristiques de propagation du rayon. Il s'agit alors d'un commutateur optique.

10 L'élément mobile est mu par une force d'attraction électrostatique créée après établissement d'une tension entre deux parties du dispositif faisant office d'électrodes de commande.

15 L'avantage principal des dispositifs électrostatiques réside dans la très faible consommation électrique occasionnée pendant la course de l'élément mobile. L'énergie nécessaire est presque nulle lorsque ledit élément est en position d'équilibre.

20 Toutefois, la force d'attraction électrostatique qui apparaît lorsqu'une tension est appliquée aux électrodes de commande est faible. Le temps de commutation de l'élément mobile est par conséquent relativement important, et, pour un relais électrique, l'intensité du courant qui passe par les contacts commandés, qui dépend de la pression de contact entre ces derniers, est nécessairement limitée.

Le problème majeur est donc de maximaliser la force d'attraction électrostatique afin d'obtenir un temps de commutation plus rapide et d'assurer une pression de contact plus élevée.

25 L'une des solutions préférentiellement utilisée pour optimiser ladite force consiste à déplacer l'élément mobile de telle sorte que, lorsque le contact s'établit, les électrodes de commande sont parallèles. La force d'attraction électrostatique obéit à la relation $F = p.S$, où p est la pression et S la surface en regard des électrodes de commande. Au surplus, du fait que la force électrostatique varie en fonction de l'inverse du carré de la distance séparant les électrodes, ces dernières doivent être à très faible distance l'une de l'autre en tout point, afin que la force soit maximale, ce qui montre clairement l'intérêt d'utiliser des électrodes qui sont parallèles au moment du contact et donne également des indications sur la forme préférentielle des électrodes, qui doivent avoir une surface en regard maximale..

35 Un objectif de l'invention est de proposer une configuration réalisant les conditions précitées.

Un autre problème tient au matériau utilisé pour la réalisation de ces dispositifs. L'utilisation du silicium permettrait d'abaisser les coûts de fabrication et de réduire les encombrements. Les connaissances actuelles en micro-usinage du silicium permettent de faire des pièces de très petites dimensions avec une grande

précision. Ces techniques de micro-usinage sont basées sur l'enlèvement de matière par voie chimique et permettent de réaliser facilement des surfaces planes parallèles à certains plans cristallographiques du silicium.

5 Toutefois, pour la réalisation du parallélisme lorsque l'élément mobile est appliqué contre l'élément fixe d'un dispositif de commutation, l'emploi du silicium exige des configurations particulières, à cause des limitations rencontrées dans un tel type d'usinage.

10 Il s'avère en effet que la solution la plus immédiate pour réaliser le parallélisme consiste à configurer l'une des électrodes de commande fixes en dièdre, la partie mobile pivotant à hauteur du point le plus élevé dudit dièdre et venant se plaquer contre le plan incliné. Un exemple en est donné dans le brevet FR 2386898, dans lequel les parties fixes et mobiles formant électrodes de commande et les contacts sont constitués de lames disposées en dièdre. Or, il est difficile à l'heure actuelle d'usiner du silicium suivant des plans inclinés, c'est-à-dire faisant un angle
15 quelconque avec les plans cristallographiques, avec une précision suffisante, sauf peut-être à des coûts prohibitifs.

Une demande de brevet déposée au Japon sous le N° 92 P04971 par les déposants ainsi que par Matsushita Electric Works et non encore publiée fait état d'une telle configuration, dans laquelle les pièces fixes et mobiles sont des substrats
20 de silicium. L'une de ces pièces est réalisée en dièdre de sorte qu'au repos dans la position écartée, l'interstice entre les pièces augmente linéairement.

Cette solution, réalisable en laboratoire, notamment par plongée du substrat de silicium dans un bain qui l'attaque superficiellement, suivi de son enlèvement progressif de manière que la profondeur de l'attaque, proportionnelle au temps de plongée, dépende de l'emplacement du point considéré, n'est économiquement
25 pas viable pour des éléments appelés à être produits en grande série..

Selon une autre demande de brevet également déposée au Japon par Matsushita Electric Works sous le N° 92 P01691, et qui n'est pas non plus publiée, le problème est résolu par l'adoption de deux configurations permettant le
30 déplacement de l'élément mobile aboutissant à un contact parallèle avec un élément fixe.

La plus intéressante de ces configurations comporte une partie plane rigide mobile formant électrode reliée à une pièce fixe par l'intermédiaire de deux bras latéraux parallèles symétriques. Ceux-ci sont positionnés dans la découpe entre la
35 pièce fixe et la partie mobile, reliés à l'une de leurs extrémités à la pièce fixe et à l'autre de leurs extrémités à la pièce mobile. Cela revient en fait à effectuer deux découpes en U inversées l'une dans l'autre.

Lorsqu'on établit une tension entre cette pièce et une autre pièce en regard comportant une électrode fixe plane parallèle à ladite partie plane mobile lorsque

celle-ci est au repos en position écartée, cette dernière vient se positionner parallèlement et à proximité de l'électrode fixe. Le mouvement peut se décomposer en deux phases qui sont en réalité simultanées :

5 - les bras latéraux pivotent autour de leur zone flexible de liaison avec la pièce fixe, de manière que l'autre extrémité solidaire de la partie mobile se positionne à proximité de l'électrode fixe.

- au niveau de cette dernière extrémité, un pivotement inverse positionne la totalité de la partie plane parallèlement et à proximité de l'électrode fixe.

10 Cette solution ne fait pas intervenir de dièdres, et elle est réalisable entièrement en silicium.

Elle présente cependant l'inconvénient de produire un mouvement irrégulier de l'électrode mobile, qui ne conduit pas à une optimisation de l'amplitude de la force électrostatique.

De plus, un tel système est assez sensible aux vibrations et aux chocs.

15 La présente invention évite ces inconvénients et assure un mouvement de l'électrode mobile constamment parallèle à l'électrode fixe au cours de son déplacement, ce qui a pour effet de rendre la force électrostatique maximale en chaque position dudit déplacement. Elle comporte au surplus une caractéristique intéressante dans l'optique d'un dispositif de commutation à circuit commandé
20 électrique : le mouvement effectué par le ou les contacts mobiles permet de nettoyer tous les contacts impliqués à chaque fonctionnement.

A cet effet, le dispositif de commande de l'invention est constitué d'au moins deux pièces fixes en regard supportant une ou plusieurs électrodes, l'une au moins de ces électrodes comprenant une partie plane recouverte d'au moins une couche
25 diélectrique au moins sur sa face en regard de l'autre pièce fixe, et l'une au moins de ces électrodes comprenant en outre une partie plane rigide mobile apte à commuter entre deux positions de repos, dont l'une est parallèle et à proximité de l'électrode en regard, voire à son contact.

Selon la caractéristique fondamentale de ce dispositif, la partie plane rigide
30 mobile est reliée à la pièce fixe dont elle dépend au moyen d'au moins deux paires de pattes faisant office de ressorts, disposées symétriquement sur deux bords latéraux opposés de la partie plane mobile, l'une des extrémités de chacune des pattes étant fixée à la pièce fixe tandis que l'autre extrémité est solidarisée à la partie mobile, les pattes situées sur un même bord latéral se déduisant l'une de
35 l'autre par translation.

Cette conception ne nécessite pas l'utilisation de dièdres usinés avec une grande précision, et c'est pourquoi elle peut intégralement être réalisée en silicium, qui est d'ailleurs le matériau choisi à titre préférentiel.

Les diverses pièces entrant dans la composition de l'invention sont donc des substrats en silicium, utilisés le plus souvent comme électrodes reliées à des moyens permettant d'établir et de couper une tension de commande. L'une au moins des surfaces destinées à être mises en contact ou rapprochées à très faible distance est par conséquent recouverte d'une couche diélectrique destinée à isoler les substrats les uns des autres.

Cependant, selon une variante possible, l'une au moins des électrodes de commande n'est pas le substrat en silicium, mais une couche conductrice isolée électriquement dudit substrat, de manière à découpler complètement le châssis du relais de ses électrodes.

Selon un moyen connu en soi, l'une au moins des couches diélectriques appliquées sur les parties rigides planes mobiles est dotée d'une polarisation permanente, constituant ainsi un électret dont la polarisation renforce la force d'attraction entre les électrodes. Ces électrets sont par exemple réalisés en dioxyde de silicium SiO_2 .

Le champ électrique existant entre les électrodes est en effet renforcé par l'existence de l'électret, et la force électrostatique créée s'ajoute à celle qui est générée par la tension de commande, lorsque la polarité des charges permanentes qui polarisent ledit électret est convenablement choisie.

Le dispositif de commutation peut dans ce cas fonctionner, de façon connue en soi, soit en mode monostable (une seule position d'équilibre en l'absence de tension appliquée), soit en mode bistable (deux positions d'équilibre en l'absence de tension appliquée). Dans ce dernier cas, il faut appliquer une tension de commande inverse de la tension équivalente de l'électret pour revenir en position initiale. S'il n'y a pas d'électret, lorsqu'on coupe la tension de commande, on annule toute force électrostatique et la partie mobile est rappelée en position initiale par les pattes flexibles.

Il est important que le mouvement de la partie mobile soit le plus uniforme possible. C'est la raison pour laquelle les longueurs des pattes doivent être identiques, et plus généralement l'ensemble de la géométrie desdites pattes. De la sorte, les raideurs des ressorts et les mouvements des pattes sont identiques, puisque le matériau et la géométrie sont les mêmes.

L'ensemble constitué par la partie mobile, la partie fixe dont elle dépend et les pattes se déforme au cours du mouvement comme un parallélogramme. Si dans la position de repos dans laquelle les parties fixe et mobile sont écartées l'une de l'autre, elles sont déjà parallèles, alors partie mobile et partie fixe en regard sont toujours parallèles.

Selon une configuration préférentielle, le dispositif de l'invention comprend des contacts commandés placés sur au moins une couche diélectrique, dans une zone

destinée à entrer en contact avec un contact électrique d'une autre électrode en regard. Dans ce cas particulier, le mouvement opéré par la pièce mobile en relation avec les pattes produit un avantage supplémentaire très intéressant en électricité. Ce mouvement est un double pivotement autour des zones d'attache des pattes à la

5 pièce fixe et à la pièce mobile, selon des angles égaux en amplitude et de signes inverses à chaque instant t. En fin de déplacement, lorsque la partie mobile est à proximité de la pièce fixe en regard, le ou les contacts mobiles abordent les contacts fixes correspondants d'une manière tangentielle, avec leurs deux surfaces de contact déjà pratiquement parallèles mais décalées.

10 La fin de course est en fait un frottement de l'une des surfaces de contact par l'autre, avant qu'elles ne se positionnent parfaitement l'une sur l'autre.

Ce frottement des contacts constitue d'ailleurs un des avantages de l'invention, car l'encrassement des contacts est souvent générateur de problèmes en électricité. Lorsque le courant ne passe plus correctement ou plus du tout, l'un des premiers

15 gestes de maintenance consiste à vérifier l'état des contacts. C'est souvent une cause de dysfonctionnement.

La configuration du dispositif selon l'invention permet la réalisation de multiples variantes. Parmi celles-ci, on peut citer l'ajout d'une seconde électrode fixe, de telle sorte que l'électrode mobile puisse se déplacer dans un sens ou dans l'autre.

20 De même, il est possible d'envisager un dispositif à deux électrodes mobiles.

Enfin, bien qu'on ait particulièrement insisté sur les applications électriques, un tel commutateur peut trouver place dans des systèmes optiques et comprendre un dispositif optique permettant de modifier les propriétés physiques et / ou géométriques d'un rayon lumineux incident. Ce dispositif est alors placé sur au

25 moins une partie mobile du commutateur de l'invention.

Dans l'une de ces variantes, on effectue un couplage optique en amenant de la lumière sur une des électrodes à l'aide d'un guide de lumière. Lorsqu'il y a contact, la lumière est couplée avec la partie en regard, qu'elle soit fixe ou mobile, et les informations sont transmises.

30 On va maintenant décrire l'invention plus en détail, en se référant aux figures annexées, pour lesquelles :

- La figure 1a représente un dispositif classique résultant des techniques de micro-usinage du silicium usuellement pratiquées,

- la figure 1b montre le même dispositif lorsque la partie mobile est à proximité

35 de l'électrode fixe,

- la figure 2 illustre une configuration théorique souhaitable en terme d'efficacité,

- la figure 3 représente une configuration possible d'un dispositif selon la présente invention, en vue de dessous,

- la figure 4 en montre une coupe, et

- la figure 5 illustre une coupe complète avec une pièce fixe, montrant le fonctionnement avec les contacts fermés.

Les figures annexées présentent toutes de façon schématique les organes et fonctionnalités essentielles des dispositifs de l'invention, afin de faciliter la
5 compréhension de la description qui suit.

Ainsi, les figures 1a et 1b représentent les deux états de repos d'un dispositif de commutation classique réalisable en silicium avec les techniques de micro-usinage actuellement utilisées.

Le substrat 1 en silicium comporte une partie mobile 3 qui lui est reliée par une
10 zone amincie 4 déformable faisant ressort destiné à rappeler l'électrode 5 en position de repos telle que représentée, lorsqu'aucune tension n'est appliquée entre les électrodes 5 et 6. Cette dernière électrode 6 est située sur un autre substrat en silicium 2, séparé du premier substrat 1 par une cale diélectrique 8, et elle est placée au fond d'un évidement 7 obtenu par enlèvement chimique de matière.

15 Les deux électrodes 5 et 6 sont connectées à un circuit de commande (non représenté) prévu pour alternativement appliquer et couper une tension entre lesdites électrodes. En figure 1a, aucune tension n'est appliquée, l'élément mobile 3 est en position de repos, éloigné du fond plan de l'évidement 7 et parallèle à celui-ci.

20 En figure 1b, une tension de commande est appliquée entre les deux électrodes 5 et 6. La flèche F symbolise la force électrostatique d'attraction qui résulte de l'établissement de la tension, qui a pour effet de fléchir la partie flexible 4 et de rapprocher la branche mobile 3 du substrat 1, jusqu'à ce que son extrémité libre entre en contact avec l'électrode fixe 6 supportée par le substrat 2.

25 La seconde position de repos, ou d'équilibre, est atteinte. Le contact entre les deux électrodes est linéaire, et la force F reste faible compte tenu de l'écartement croissant entre les surfaces des électrodes 5 et 6 depuis la ligne de contact jusqu'à la zone flexible 4.

La figure 2 montre la solution théorique pour remédier à ce problème en plaçant
30 les deux électrodes de commande parallèlement l'une à l'autre et en diminuant simultanément la distance entre elles jusqu'à obtenir une distance très réduite.

Par souci de simplification, on n'a représenté sur ces figures que les électrodes 5 et 6, en omettant d'éventuels contacts commandés ou couches diélectriques interposés entre les deux électrodes, qui existent cependant pour un
35 fonctionnement correct de l'ensemble.

Dans cette figure 2, la force F est maximisée, et l'évidement disparaît partiellement au profit d'un dièdre plein permettant la réalisation du parallélisme en position d'équilibre rapprochée de l'élément mobile 3. Tout le problème réside dans

la réalisation pratique dudit dièdre, qui n'est pas possible à ce jour en grande série et à moindre coût, tout au moins avec du silicium.

Une solution possible pour remédier à cet inconvénient apparaît en figure 3, qui présente une configuration permettant d'obtenir le parallélisme lorsque les électrodes sont en position rapprochée, réalisable intégralement en silicium (pour ce qui concerne les substrats) à partir de micro-usinage chimique tel qu'on le pratique à ce jour.

Selon ce mode de réalisation, la pièce fixe 10 est réalisée à partir d'un substrat en silicium, et elle est reliée à la partie mobile 13 par quatre pattes latérales 14, placées symétriquement de part et d'autre d'un axe de ladite partie mobile 13.

On remarque particulièrement nettement sur cette vue de dessous :

- la découpe d'une plaquette rectangulaire, destinée à devenir la partie mobile 13 ; en réalité, il y a deux types de zones de découpe, les zones d'extrémité 11 et les zones latérales 12, bien que la configuration géométrique donne l'impression d'une découpe globale rectangulaire. Ces deux types de zones sont séparés par les pattes flexibles 14 faisant office de ressort.

- ces pattes 14 sont identiques sur un même bord, sur lequel elles se déduisent l'une de l'autre par translation. D'un bord à l'autre, elles sont symétriques par rapport à un plan perpendiculaire à la pièce mobile et passant par son milieu entre lesdits bords.

L'ensemble constitué par la partie mobile 13, la partie fixe 10 dont elle dépend et les pattes 14, se déforme au cours du mouvement comme un parallélogramme. Si dans la position de repos dans laquelle les parties fixe 10 et mobile 13 sont écartées l'une de l'autre, elles sont déjà parallèles, alors partie mobile 13 et partie fixe 10 en regard sont toujours parallèles.

Les quatre pattes travaillent exactement de la même manière, de préférence en flexion.

Cette vue fait également apparaître les contacts 15, au nombre de deux. Bien entendu, on peut prévoir des variantes à un seul contact ou au contraire à plusieurs contacts. Les circuits commandés sont alors tous activés simultanément.

La figure 4 est une coupe suivant I-I à travers d'une part le substrat fixe 10 et d'autre part une des zones d'extrémités latérales de la partie mobile 13, ne comprenant en fait que les pattes 14 et les emplacements de leur solidarisation à ladite pièce 13. Les pattes 14 proprement dites sont d'épaisseur largement inférieure à l'épaisseur de l'électrode mobile 13. Elles sont de section rectangulaire ou trapézoïdale, donc aisément usinables par les moyens classiques appliqués au silicium.

Ces pattes constituent de fait les zones ressort permettant d'exercer un couple de rappel sur la partie mobile 13 à l'extinction de la tension de commande.

La rigidité d'une telle patte 14 varie linéairement en fonction de sa largeur et en fonction du cube de son épaisseur. En ajustant ces paramètres, on peut parfaitement régler le couple de rappel exercé.

5 Cette figure 4 fait apparaître la couche 16 diélectrique qui est nécessairement interposée entre les contacts 15 et le substrat dans lequel est usinée la partie mobile 13.

La figure 5 va permettre d'expliciter le fonctionnement du dispositif selon l'invention. Un second substrat fixe 20 en silicium, comportant une partie plane et faisant office d'électrode de commande, a été ajouté pour compléter la structure. Ce
10 substrat 20 comporte une couche diélectrique 18 sur laquelle sont placés des contacts 17 homologues des contacts 15 de la pièce mobile 13.

Les contacts commandés 17 et 18 sont eux-mêmes reliés à des bornes électriques par l'intermédiaire de pistes conductrices isolées électriquement des substrats.

15 Entre les deux substrats 10 et 20, bien entendu séparés par une couche isolante 19, formant électrodes de commande, on établit une tension V par des moyens classiques non représentés. La force électrostatique résultante induit un déplacement de la pièce mobile 13.

Le pivotement de la pièce conduit à un mouvement en arc de cercle des contacts
20 15, qui s'approchent latéralement de leur contacts homologues 17. Au moment du contact, les deux surfaces d'extrémité sont tangentielles, et celle du haut frotte sur l'autre pour se mettre en position centrée. Le contact électrique est établi.

Si la tension de commande est coupée, le mouvement inverse se produit, grâce à l'action des moments de rappel des quatre pattes 14.

25 Une variante avec une pièce supérieure destinée à permettre à la pièce mobile 13 de se déplacer dans les deux sens à partir de sa position de repos dans le plan du substrat 10 est également envisageable (non représentée). Il suffit schématiquement de construire une structure symétrique par rapport à un plan parallèle au substrat 10 et passant par le milieu de son épaisseur.

30 De nombreuses variantes sont ainsi réalisables. Il est notamment possible d'introduire dans toutes les réalisations une ou plusieurs couches diélectriques polarisées en permanence, ou électrets, selon la nécessité d'augmenter ou non la force d'attraction.

Les exemples choisis concernent l'électricité, mais les commutateurs décrits
35 peuvent être employés en optiques avec des aménagements voisins, avec les mêmes avantages pour ce qui concerne les temps de commutation etc...

Les cales d'espacement peuvent être usinées d'une seule pièce avec les substrats, ou à part. On peut ajouter d'autres couches avec des contacts supplémentaires, selon la complexité des circuits à réaliser.

Des ordres de grandeurs possibles des dimensionnements sont les suivants :

- Les parties planes rigides mobiles ont quelques mm² de surface, par exemple 6 mm sur 3 mm,

5 - La largeur d'une découpe entre ladite partie mobile et sa pièce fixe peut être de l'ordre de 0,2 à 0,3 mm,

- L'écart entre deux parties planes en regard est de l'ordre de 20µm, alors qu'au contact, il s'abaisse à environ 2µm. L'épaisseur d'une partie mobile peut se situer aux alentours de 100µm.

10 - La tension de commande V est inférieure ou égale à 200 V, de préférence inférieure à 50 V. Lorsque l'une au moins des couches diélectriques est un électret, une tension équivalente Vo possible de l'électret est également de l'ordre de 50 V.

On rappelle que le champ électrique entre les parties planes obéit sensiblement à la formule :

15
$$E = (V - V_o) / d$$

ou d est la distance entre ces parties.

Lorsque V = Vo, la force électrostatique est nulle.

Par contre, si V = -Vo, ladite force quadruple, puisqu'étant alors égale à :

20
$$(\epsilon_o/2)[(-2V_o)^2/d^2]S$$

25 Parmi les applications d'un tel dispositif, on peut citer deux grands domaines d'utilisation que sont les interfaces d'ordinateurs et les dispositifs de commutation dans le domaine des télécommunications.

On peut intégrer ce type de dispositifs dans un circuit intégré classique alimenté par une tension de 5 V, et rajouter dans le même composant un gonfleur de tension qui porte cette tension d'entrée à 50 V. On se retrouve alors dans l'un des cas de figure mentionné dans les exemples chiffrés.

30 Selon d'autres exemples d'applications plus précis, on peut enfin mentionner les commutateurs téléphoniques, les afficheurs optiques, les interfaces d'imprimantes laser, pour la déviation du faisceau laser, etc...

REVENDICATIONS

1. Dispositif de commande du type actionneur électrostatique constitué d'au moins deux pièces fixes (10 ; 20) en regard supportant une ou plusieurs électrodes, l'une au moins de ces électrodes comprenant une partie plane recouverte d'au moins une couche diélectrique (16 ; 18) au moins sur sa face en regard de l'autre pièce fixe, l'une au moins des électrodes comprenant en outre une partie plane rigide mobile (13) apte à commuter entre deux positions de repos, dont l'une est parallèle et à proximité de l'électrode en regard, voire à son contact, caractérisé en ce que ladite partie plane rigide (13) est reliée à la pièce fixe dont elle dépend (10) au moyen d'au moins deux paires de pattes (14) faisant office de ressorts, disposées symétriquement sur deux bords latéraux opposés de la partie plane mobile (13), l'une des extrémités de chacune des pattes étant solidaire de la pièce fixe (10) tandis que l'autre extrémité est solidaire de la partie mobile (13), les pattes (14) situées sur un même bord latéral se déduisant l'une de l'autre par translation.
2. Dispositif de commande selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'une au moins des électrodes est usinée dans un substrat en silicium.
3. Dispositif de commande selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'une au moins des électrodes est une couche conductrice isolée électriquement d'un substrat (10,20) en silicium.
4. Dispositif de commande selon l'une des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que l'une au moins des couches diélectriques (16 ; 18) disposée sur une des électrodes est polarisée en permanence et constitue ainsi un électret.
5. Dispositif de commande selon la revendication 4, caractérisé en ce que les électrets sont en dioxyde de silicium SiO_2 .
6. Dispositif de commande selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les parties formant électrode comprennent sur leur couche diélectrique (16 ; 18) au moins un contact électrique (15 ; 17) sur une zone destinée à entrer en contact avec un contact électrique de l'électrode en regard.
7. Dispositif de commande selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'au moins une des parties mobiles (13) est pourvue d'un dispositif optique permettant de modifier les propriétés physiques et / ou géométriques d'un rayon lumineux incident.
8. Dispositif de commande selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'une au moins des électrodes destinées à être positionnées à proximité d'une électrode en regard comporte un guide de lumière permettant un couplage optique avec l'autre électrode lors de la position de contact entre elles.

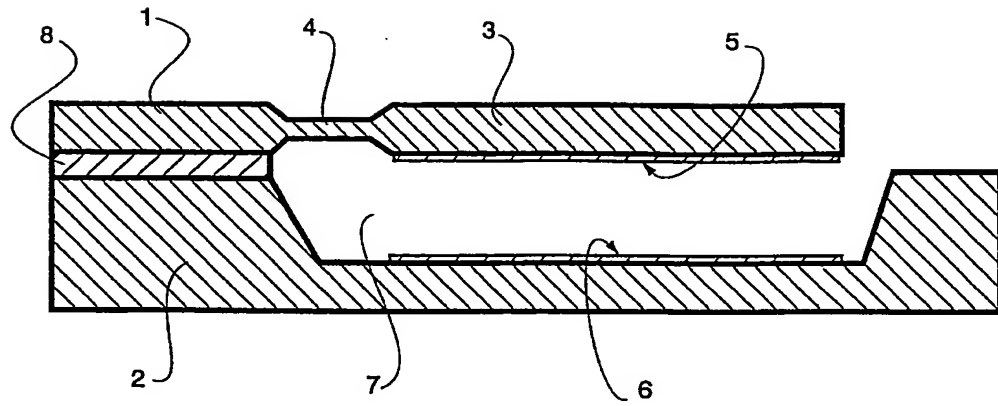


FIG. 1a

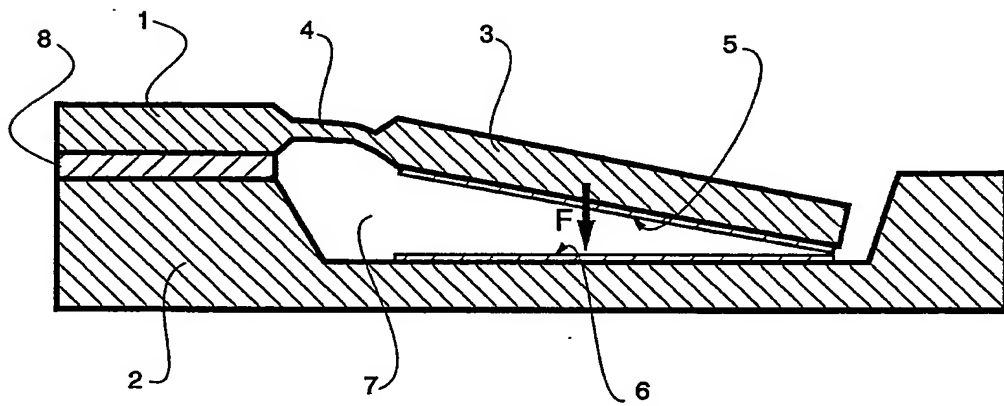


FIG. 1b

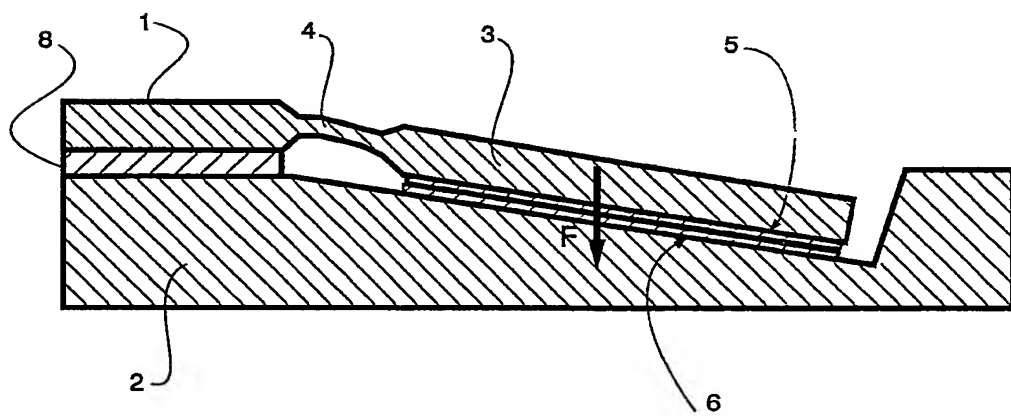
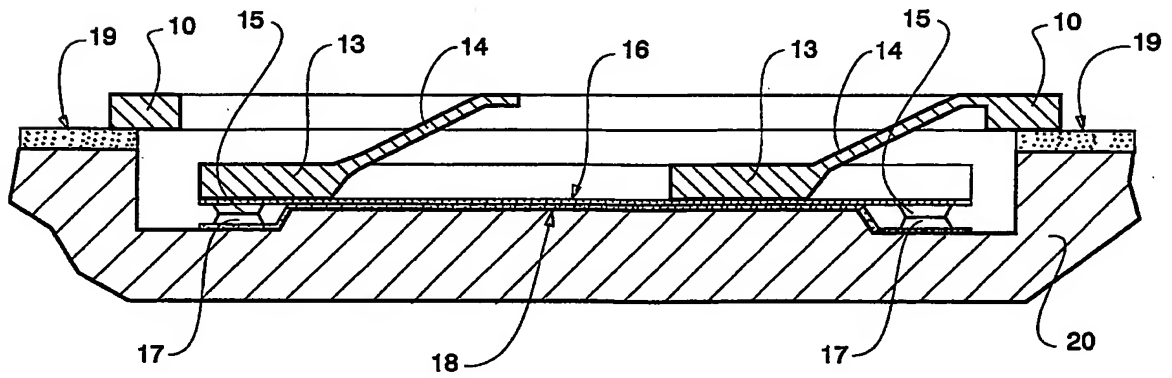
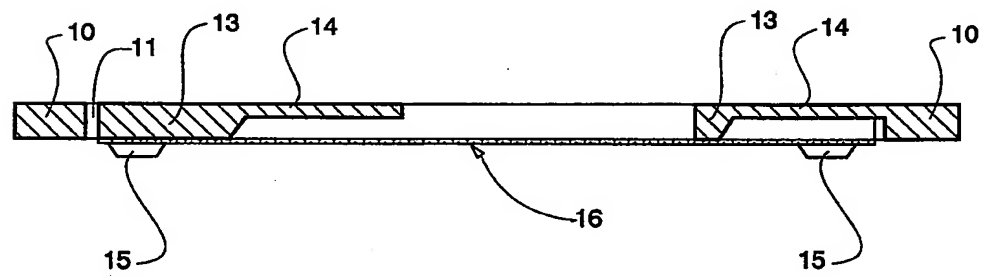
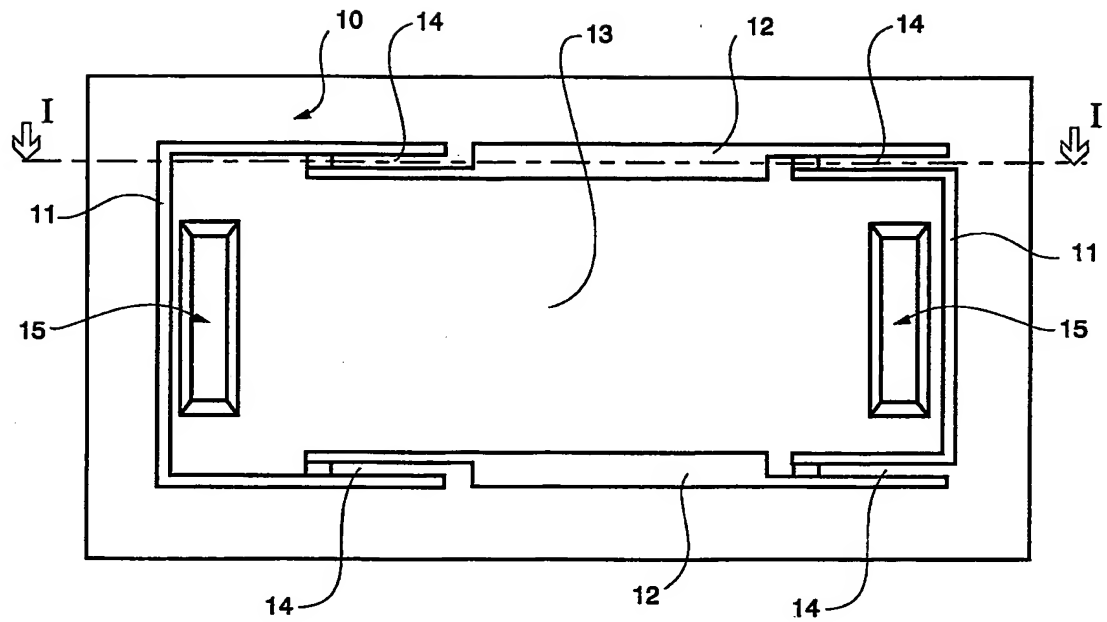


FIG. 2



INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE**
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 486339
FR 9306754

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	DE-C-42 05 029 (SIEMENS) * colonne 2, ligne 23 - colonne 3, ligne 17; figure 1 *	1,2
A	EP-A-0 526 923 (DELCO ELECTRONICS) * colonne 2, ligne 31 - colonne 5, ligne 40; figures 1,2 *	1
A	EP-A-0 520 407 (MATSUSHITA) * page 5, ligne 38 - page 6, ligne 38 * * page 9, ligne 32 - page 10, ligne 02; figures 1-4,15-19 *	1,2,4
A	GB-A-2 095 911 (STANDARD TELEPHONES AND CABLES) * le document en entier *	1
D,A	FR-A-2 386 898 (ANVAR) * page 18, ligne 36 - page 20, ligne 16; figures 15-17 *	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)
		H01H H02N
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
4 Février 1994		Nielsen, K
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		